

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

OH-681A

Prior Art 2

(11)Publication number : 2001-251253

(43)Date of publication of application : 14.09.2001

(51)Int.Cl.

H04B 10/20  
H04J 14/00  
H04J 14/02  
H04J 14/08  
H04J 3/00  
H04L 12/28  
H04L 12/56

(21)Application number : 2000-062495

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 07.03.2000

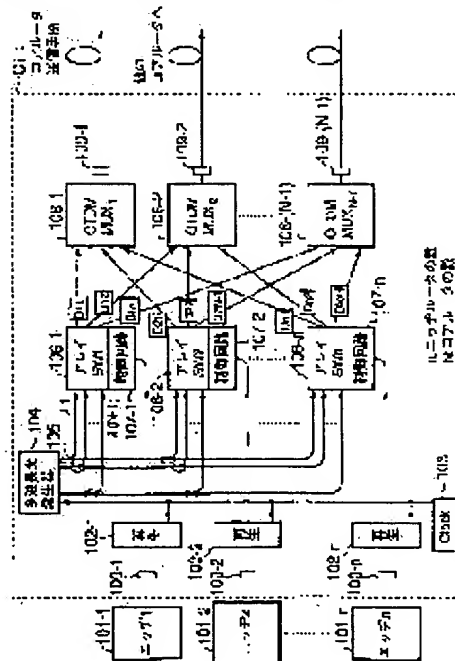
(72)Inventor : KAWANISHI SATOKI  
MORIOKA TOSHIO

## (54) OPTICAL NETWORK SYSTEM, OPTICAL NETWORK AND TRANSMISSION RECEPTION METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical network that can transmit a signal at high transmission rate, where the signal can be transferred between optional edge routers, without conducting full mesh connection among the edge routers to very simply configure the network configuration.

SOLUTION: When a core router receives output signals from edge routers, the core router superimposes the output signals on an optical pulse signal with (N-1) sets of wavelengths, while assigning the optical pulse signal with (N-1) sets of wavelengths generated by a multi-wavelength light generator, through the use of an array switch according to destinations. An optical time division multiplexer applies time division multiplex to the optical pulse signal with (N-1) sets of wavelengths, on which the output signals are superimposed for each same wavelength to obtain a wavelength-multiplexed light. Transmitting the wavelength-multiplexed light for each wavelength to each destination can efficiently transfer signals of a large capacity at high speed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-251253

(P2001-251253A)

(43) 公開日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 4 B 10/20		H 0 4 J 3/00	Q 5 K 0 0 2
H 0 4 J 14/00		H 0 4 B 9/00	N 5 K 0 2 8
14/02			E 5 K 0 3 0
14/08			D 5 K 0 3 3
3/00		H 0 4 L 11/00	3 1 0 Z 9 A 0 0 1
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-62495(P2000-62495)

(22) 出願日 平成12年3月7日 (2000.3.7)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 川西 悟基

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 盛岡 敏夫

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外2名)

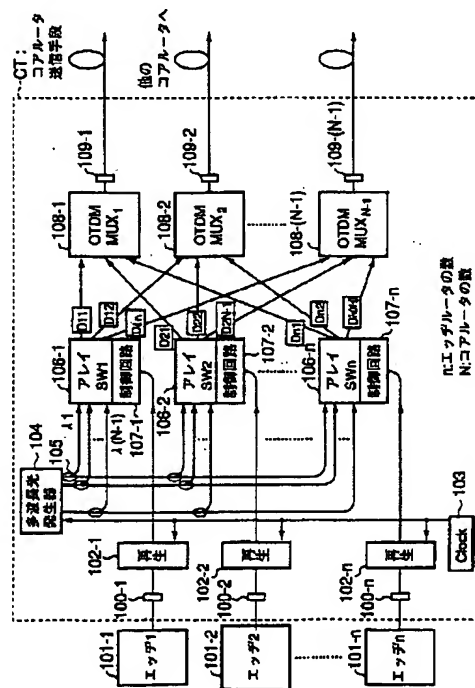
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ネットワーク装置、光ネットワーク及び送受信方法

(57) 【要約】

【課題】 エッジルータ間をフルメッシュで接続せずに任意のエッジルータ間の信号の転送が可能となり、ネットワークの構成が極めて簡潔にすることにより、光ネットワークの高速化を図る。

【解決手段】 コアルータが複数のエッジルータの出力信号を受け取ると、多波長光発生器で生成した (N-1) の波長の光パルス信号をアレイスイッチを用いて行き先別に割り当てながら該 (N-1) の波長の光パルス信号に出力信号を乗せる。該出力信号が乗せられた (N-1) の波長の光パルス信号は、光時分割多重装置によって同一波長ごとに時分割多重されて波長多重光となる。該波長多重光を各波長ごとに行き先別に送出することによって、大容量の信号を高速かつ効率的に転送する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信した信号をその宛て先に応じて複数の送信先に転送する光ネットワーク装置において、複数の波長の光パルスが発生させる多波長光発生手段と（103）；宛て先情報を含んだ信号を識別再生する識別再生手段（101-1～101-n）と；該識別再生手段の出力に接続されるとともに、前記多波長光発生手段の出力に接続され、識別再生手段からの信号に含まれる宛て先情報に応じて、該多数の波長の光パルスから少なくとも一つの波長の光パルスを選択して、該選択した波長の光パルスを該識別再生手段からの信号によって変調し送出する、波長選択変調手段と；同一の波長の光パルスにおいて時間位置が重ならないように該波長選択変調手段の出力のそれぞれに所定の値の遅延量を与える遅延手段（D11、D12、…、Dn（N-1））と；該遅延手段からの光パルスのうち同一波長の光パルスが入力され、該同一波長の光パルスを時分割多重化して所定の信号転送器に送出する、光時分割多重手段（108-1～108-（N-1））と；を具備することを特徴とする光ネットワーク装置。

【請求項2】 請求項1に記載の光ネットワーク装置において、前記波長選択変調手段は：前記識別再生手段に接続された制御回路（107-1～107-n）と、前記多波長光発生手段からの複数の波長の光パルスを受信するアレイスイッチ（106-1～106-n）と、を具備し、該制御回路は、前記識別再生手段からの信号に応じて前記アレイスイッチを駆動させて、該アレイスイッチから少なくとも一つの波長の光パルスを出力させるとともに、該少なくとも一つの波長の光パルスを前記識別再生手段からの信号に応じて変調する、ことを特徴とする光ネットワーク装置。

【請求項3】 請求項1に記載の光ネットワーク装置において、前記多波長光発生手段は前記複数の波長の光パルスを一つの波長多重光として出力し、前記波長選択変調手段は：前記識別再生手段から識別再生された信号を受信する制御回路（107-1～107-n）と、前記前記多波長光発生手段から波長多重光が入力されるとともに、前記識別再生手段から識別再生された信号が入力される光変調器（110-1～110-n）と、該光変調器から変調された波長多重光が入力され、該波長多重光を波長ごとに分波して複数の変調された光パルスを出力するアレイ導波路格子（111-1～111-n）と、前記制御回路の出力に接続されるとともに、前記複数の変調された光パルスがそれぞれ入力される複数の光スイッチ（SW11、SW12、…、SWn（N-1））

と、を具備し、

該制御回路は、前記識別再生手段からの信号に応じて前記複数の光スイッチを駆動させて、該識別再生手段からの信号に含まれる宛て先情報に対応した光パルスを前記光時分割多重手段に送出させる、ことを特徴とする光ネットワーク装置。

【請求項4】 それぞれ異なる波長の光パルス信号からなる他の光ネットワーク装置の信号を受信し、その信号に含まれる宛て先情報に応じて所定の端末に向けて転送する光ネットワーク装置において、それぞれがいずれか一つの波長の光パルス信号の入射を受け、該光パルス信号を時分割分離して光パケット信号を生成する光時分割分離手段（502-1～502-（N-1））と；該光パケット信号を電気信号に変換する光電気変換手段（503）と、該光電気変換手段の出力に接続され、該光電気変換手段からの電気信号に含まれる宛て先情報にしたがって、該電気信号を所定の宛て先に送出する送出制御手段（504）と、を具備することを特徴とする、光ネットワーク装置。

【請求項5】 複数のネットワーク（201-1～201-N）が相互に接続されてなる光ネットワークであって、該複数のネットワークのそれぞれは主転送器（203-1～203-N）と、該主転送器に接続された複数の副転送器（101-1～101-n）と、該副転送器のそれぞれには複数の端末器が接続されている光ネットワークにおいて、該主転送器のそれぞれは請求項1に記載の光ネットワーク装置と、請求項4に記載の光ネットワーク装置を具備しており、該主転送器は他の主転送器にそれぞれ異なる波長の光パルス信号を用いて送信を行う、ことを特徴とする、光ネットワーク。

【請求項6】 複数のネットワーク（201-1～201-N）が相互に接続された光ネットワークであって、該複数のネットワークのそれぞれは主転送器（203-1～203-N）と該主転送器に接続された複数の副転送器（101-1～101-n）とを含み、該主転送器は他の主転送器にそれぞれ異なる波長の光パルス信号を用いて送信を行う光ネットワークにおける送信方法であって、複数の副転送器からの信号を受信する第1工程（S1）と、該受信した信号からクロック信号を抽出するとともに、該抽出したクロック信号を用いて該受信した信号の波形を再生する第2工程と（S2）、該再生された信号から宛て先情報を抽出し、該宛て先情報に基づいて、多波長光発生器から送られてくる光パルス信号から少なくとも一つの波長の光パルス信号を選択し、該選択した波長の光パルス信号を該再生された信号

に基づいて変調し出力する第3工程(S3)と、  
該変調された光パルス信号を、同一の波長の光パルスにおいて時間位置が重ならないように遅延させて遅延光パルス信号を生成する第4工程(S4)と、  
同一の波長を有するが異なる時間遅延を受けた複数の光パルス信号を受け取り、該複数の光パルス信号を時分割多重化して光時分割多重化信号を生成し、該光時分割多重化信号を該波長に対応する主転送器に送出する第5工程(S5)と、を具備することを特徴とする光ネットワークにおける送信方法。

【請求項7】 複数のネットワーク(201-1~201-N)が相互に接続された光ネットワークであって、該複数のネットワークのそれぞれは主転送器(203-1~203-N)と該主転送器に接続された複数の副転送器(101-1~101-n)とを含み、該主転送器は他の主転送器にそれぞれ異なる波長の光パルス信号を用いて送信を行う光ネットワークにおける受信方法であって、  
主転送器から送られてきた光時分割多重化信号を受信する第6工程と(S6)、  
受信した光時分割多重化信号から同期クロックを抽出し、このクロックを用いて該光時分割多重化信号を、時分割多重化前の速度を有する複数の光信号に分離する第7工程(S7)と、  
該分離された光信号を電気信号に変換し、該電気信号に含まれるチャネル情報を読み取る第8工程(S8)と、  
チャネル情報が前記所定のチャネルと一致しない場合は出力するチャネルを変更する工程(S9)と、  
チャネル情報が一致する場合、該電気信号に含まれる宛て先情報に応じて送るべき副転送器を決定し、該副転送器に該電気信号を送出する第10工程(S10、S11)と、を具備することを特徴とする、光ネットワークにおける受信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超高速の信号転送装置(ルータ)を用いた光通信ネットワークに関する。

【0002】

【従来の技術】図11(a)、(b)は、従来の光ネットワークの構成を示す図であり、R1~Rnはエッジルータ(この図ではn=8)である。

【0003】いま例えば、エッジルータR1からRk(kは2からnのどれか)に信号(パケット信号)を転送したい場合、エッジルータR1によって信号中のインターネットプロトコル(IP)パケットを調べ、そのIPパケットの相手先アドレスを見て、次にどこに送るべきかを決定し、このパケットを送出する。ここで、エッジルータR1~Rnで構成されるネットワークの接続形態としては、図11(a)に示すようなフルメッシュ接続、および図11(b)に示すようなリング接続、の2

通りが代表的な構成である。

【0004】図11(a)のフルメッシュ接続においては、全てのエッジルータ同士が接続されるため、上記の例のパケットは送信側のエッジルータR1から受信側のエッジルータRkに直接転送される。一方図11(b)のリング接続においてはエッジルータR1から発出された信号は、エッジルータR2、エッジルータR3、…と逐次経由して最終目的のエッジルータRkに到着する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来技術においては以下の問題点があった。フルメッシュ接続によるネットワーク構成ではトラヒックの輻輳の可能性が少なくまた回線断による影響が最小限であるなどの利点がある。しかしながらエッジルータの数nが増えるに従って接続数が $n(n-1)/2$ と、ほぼnの2乗に比例して増加するため、エッジルータの数nをあまり大きくとることができない。またリング接続によるネットワーク構成においては、上述のようにエッジルータR1からエッジルータRkに信号を転送する場合、隣接しないエッジルータ同士のパケットの転送に直接関係しないエッジルータでのパケット処理が必要となる場合が生じ、経由するエッジルータの段数(ホップ数)が増加すると到着時間の遅れなどの問題が生じるだけでなく、全体のパケットトラヒックの増加に伴ってパケット間の衝突やそれに伴うパケットの損失による信号品質の低下などの問題が生じていた。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記従来技術の問題点に鑑み、本発明は複数のエッジルータからの信号を集約するコアルータの構成を採用し、同一方向に向かう複数のエッジルータの出力信号を行き先別に異なる波長を割り当てながら時分割多重によって多重化して、各行き先別に送出することによって、大容量の信号を高速かつ効率的に転送することを特徴とする。

【0007】【作用】本発明の光ネットワーク装置においては、各エッジルータからの出力信号をコアルータに導いて、本コアルータ内で同一の行き先ごとに決まった波長の信号を割り当て、同一波長の光信号を時分割多重化することによって高速信号を生成して行き先のコアルータに転送し、信号を送られたコアルータにおいてはこの時分割多重信号を分離し、分離により生成された各信号の宛て先にしたがって所望のエッジルータに信号を送出することを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施例を図面を参照しながら説明する。

【0009】図1は、本発明の実施例(コアルータ送信部)を示す図であり、100-1~100-nはそれぞれ光入力端子を示し、101-1~101-nはそれぞれエッジルータを示し、102-1~102-nはそれ

ぞれ識別再生回路を示し、103はクロック発生器を示し、104は多波長光発生器を示し、105はそれぞれ光スプリッタを示し、106-1~106-nはそれぞれアレイスイッチを示し、107-1~107-nは制御回路を示し、108-1~108-(N-1)はそれぞれ光時分割多重回路を示し、109-1~109-nはそれぞれ光出力端子を示し、D11、D12、…、Dn (N-1)は遅延回路を示している。なお、nは各ネットワーク中のエッジルータの数を示し、Nはネットワーク全体に含まれるコアルータの数を示す。

【0010】以下、図2を参照しつつ、図1に示される本実施例の動作を説明する。

【0011】図2は本発明にかかるコアルータを用いたネットワーク全体の構成図であり、201-1~201-Nはそれぞれ独立したネットワークであり、各ネットワークはそれぞれ本発明に係る光ルータ（コアルータ）203-1~203-Nを有している。

【0012】各コアルータは図2のように直接接続されても良いが、コアルータ間の接続が長距離接続の場合、図3のように、送信側のコアルータ31と受信側コアルータ32の間に、信号の減衰を補償するための光中継増幅器33、送信経路上等で発生する雑音を送信信号から除去するための光フィルタ34を介在させるように構成しても良い。本発明にかかる光ネットワークはそれぞれのコアルータ間において単一波長の時分割多重信号の伝送を行うため、伝送路途中に挿入される光中継増幅器は、波長多重伝送用の増幅器に比べて非常に簡易な構成で実現でき、またかかる中継増幅器が発生する雑音の除去も容易である。

【0013】ふたたび図2を参照すれば、各ネットワークは図示されない多数の端末を有しており、これら端末は各ネットワークに含まれるエッジルータ101-1~101-nのいずれかに接続されている。エッジルータ101-1~101-nはそのネットワークに対応して設けられる、本発明に係る光ルータ（コアルータ）に接続されている。コアルータは他のネットワークのコアルータに接続されている。たとえば、ネットワーク201-1のある一つの端末から他のネットワーク201-N内の他の端末へ送信が行われる場合、該一つの端末からそれが接続されているエッジルータに信号（パケット）を送り、該エッジルータはネットワーク201-1に対応するコアルータ203-1に送られる。コアルータ203-1は該信号（パケット）を受信側端末を含むネットワーク201-Nに対応するコアルータ203-Nに送信され、該コアルータ203-Nはエッジルータを介して宛て先の端末に該信号を送る。

【0014】各ネットワーク201-1~201-N内でエッジルータに送られてきた信号（パケット信号）は、エッジルータ101-1~101-nによって信号中のインターネットプロトコル（IP）パケットを調

べ、そのIPパケットの相手先アドレスを見て、次にどこに送るべきかを決定し、このパケットを送出する。このエッジルータの機能までは従来技術と同じである。本発明においては、複数のエッジルータから送出された同方向向けパケットを時分割多重化してより高速のパケットを生成し、この高速パケットをルーティングすることを特長とする。

【0015】あるネットワーク内の端末群から他のネットワーク内の端末群への送信が行われる場合を考える。該端末群からの信号は複数のエッジルータ（101-1~101-n）に送信され、該複数のエッジルータはそのネットワークに対応するコアルータの送信部CTにこれらの信号を送る。図1に示すように、コアルータ送信部CTにおいて、該複数のエッジルータからの信号は光入力端子（100-1~100-n）を介して識別再生回路（102-1~102-n）に入力される。各識別再生回路にはクロック発生器103からクロック同期信号が供給されており、エッジルータから各識別再生回路に入力された信号は、該クロック同期信号によって同期された信号に識別再生される。この各識別再生回路によって識別再生された信号はそれぞれ、制御回路（107-1~107-n）のうち対応するものに入力される。各制御回路（107-1~107-n）では、受信した信号のインターネットプロトコル（IP）パケットを調べて、コアルータ203-1から203-N（図2参照）のうちのどのコアルータに送るべきかを決定し、アレイスイッチ（106-1~106-n）の設定を行う。

【0016】多波長光発生器104はそれぞれ異なる光波長を有する複数の光パルス信号 $\lambda_1 \sim \lambda_{(N-1)}$ を生成する。該多波長光発生器104には前記クロック発生器103から前記クロック同期信号が供給されており、該複数の光パルス信号 $\lambda_1 \sim \lambda_{(N-1)}$ はこのクロック同期信号によって同期されている。該同期された複数の光パルス信号 $\lambda_1 \sim \lambda_{(N-1)}$ はそれぞれ光スプリッタ105によってn個に分割され、n組の光パルス信号 $\lambda_1 \sim \lambda_{(N-1)}$ が生成される。光パルス信号 $\lambda_1 \sim \lambda_{(N-1)}$  n組のそれぞれは、対応するアレイスイッチ106-1~106-nに供給される。すなわち、すべてのアレイスイッチに対して光パルス信号 $\lambda_1 \sim \lambda_{(N-1)}$ が供給されている。

【0017】各アレイスイッチは、対応する制御回路の制御信号に応じて光パルス信号 $\lambda_1 \sim \lambda_{(N-1)}$ を、第1の遅延回路から第(N-1)番目の遅延回路で構成されるN-1個の遅延回路を介してそれぞれ対応する光時分割多重回路108-1~108-(N-1)に送信する。

【0018】前記N-1個の遅延回路は各アレイスイッチについて設けられている。たとえば、アレイスイッチ106-1から出力される光パルス信号 $\lambda_1 \sim \lambda_{(N-1)}$

1) はそれぞれ対応する遅延回路  $D11$ 、 $D12$ 、 $\dots$   $D1(N-1)$  を介して光時分割多重回路  $108-1 \sim 108-(N-1)$  に送られる。他のアレイスイッチについても同様に、 $D21$ 、 $D22$ 、 $\dots$   $D2(N-1)$ 、 $\dots$ 、 $Dn1$ 、 $Dn2$ 、 $\dots$   $Dn(N-1)$  を有しており、これら遅延回路を介して光パルス信号  $\lambda 1 \sim \lambda(N-1)$  をそれぞれ対応する光時分割多重回路  $108-1 \sim 108-(N-1)$  に送信する。

【0019】図4に、これら遅延回路がどのように光パルス信号  $\lambda 1 \sim \lambda(N-1)$  を遅延させるかを示す。本発明においては、各遅延回路が有する遅延時間は、それぞれ遅延を与えられた信号が光時分割多重回路に入射したときに時間位置が重ならないように設定されるのが好ましい。図4においては、光パルス信号  $\lambda k$  ( $k$  は1から  $N-1$  のいずれか) がアレイスイッチ  $106-1 \sim 106-n$  に入力され、それぞれのアレイスイッチから出力される光パルス信号が遅延回路  $D1k$ 、 $D2k$ 、 $\dots$ 、 $Dnk$  において遅延され、その後対応する光時分割多重回路  $108-k$  に入力される。各光パルス信号  $\lambda k$  は前記クロック同期信号によって同期されているので、アレイスイッチ  $106-1$  から  $106-n$  から出力された時点では、各信号は同期している (図中「A」)。遅延回路  $D1k$ 、 $D2k$ 、 $\dots$ 、 $Dnk$  はそれぞれ異なる遅延量を有しており、たとえば  $D1k$  は遅延量  $t$ 、 $D2k$  は遅延量  $2t$ 、 $\dots$ 、 $Dnk$  は遅延量  $t + nt$  とし、それぞれの遅延回路から出力される光パルス信号が遅延量  $t$  ずつ遅れるように設定する (図中「B」)。このように設定することによって、光時分割多重回路  $108-k$  にこれら「 $t$ 」ずつ遅延した  $n$  個の光パルス信号が入力されると、時間位置が重ならないように設定される (図中「C」)。図では、 $k$  番目の遅延回路群を例としてあげたが、その他の遅延回路についても同様に遅延時間の設定が行われる。

【0020】再び図1を参照すると、各光時分割多重回路  $108-1 \sim 108-(N-1)$  には同一の波長の光パルス信号のみが送られる。たとえば、光時分割多重回路  $108-1$  には、各アレイスイッチからの光パルス信号  $\lambda 1$  が送られ、光時分割多重回路  $108-2$  には、各アレイスイッチからの光パルス信号  $\lambda 2$  が送られ、光時分割多重回路  $108-(N-1)$  には、各アレイスイッチからの光パルス信号  $\lambda(N-1)$  が送られる。

【0021】図5は該アレイスイッチの構成を示す図である。アレイスイッチ  $106-i$  ( $i$  は1から  $n$  までの整数) は  $(N-1)$  個の入射ポート  $I n1 \sim I n(N-1)$  と、該入射ポートにそれぞれ接続された光スイッチ  $SW1 \sim SW(N-1)$  と、該光スイッチにそれぞれ接続された出力ポート  $Out1 \sim Out(N-1)$  を含んでいる。該光スイッチ  $SW1 \sim SW(N-1)$  はそれぞれ制御回路  $107-i$  ( $i$  は1から  $n$  までの整数) に接続されていて、該制御回路からの制御信号によって個別に

制御される。これら光スイッチは、電気信号によって光の通路を制御する構成であり、各光スイッチのスイッチング速度としては、光スイッチに入力する信号のビットレートに相当する速度を有すればよい。制御回路  $107-i$  は、受信した信号のインターネットプロトコル (IP) パケットに応じて送るべきコアルータに接続する光スイッチを選択して、該選択された光スイッチの制御を行う。いま、光スイッチ  $SWj$  ( $j$  は1から  $N-1$  までの整数) が選択されたものとする。このとき制御回路  $107-i$  は識別再生回路  $102-i$  の出力データ信号に基づいて、この光スイッチ  $SWj$  を通過する光パルス  $\lambda j$  を変調する。なお、一度に複数の光スイッチを開いても本発明は実施可能である。同様に、アレイスイッチ  $106-i$  の入射ポート  $I n1 \sim I n(N-1)$  には、それぞれ波長の異なる  $(N-1)$  本の光クロックパルスが入射する。これら  $(N-1)$  波長の光クロックパルスは多波長光発生回路  $104$  によって生成される。以下に多波長光発生回路  $104$  の具体的構成例について説明する。

【0022】図6は多波長光発生回路  $104$  の構成図を示しており、図6(a)は複数の半導体レーザを多波長パルス光源兼光分波回路として用いる多波長光発生回路  $104$  の構成例を示し、図6(b)はスーパーコンティニウム光源を多波長パルス光源として用い、該スーパーコンティニウム光源の出力に光分波回路を接続した多波長光発生回路  $104$  の構成例を示す。図6(a)においては、必要な波長数  $(N-1)$  と同数の半導体レーザ、たとえば温度安定化LDを用意し、各半導体レーザをクロック発生器  $103$  よりのクロックパルスによってパルス発振させる構成である。一方、図6(b)のスーパーコンティニウム光源は1台のパルス光源と、光増幅器と、非線形ファイバから構成されている。該クロック同期信号により駆動されるパルス光源の出力を光増幅器で増幅して非線形ファイバに入力すると光スペクトルが  $200\text{nm}$  以上に広がるスーパーコンティニウム現象が発生する。この広がったスペクトルを光分波回路で切り出すことによって多波長光発生回路  $104$  となる。これら多波長光発生回路  $104$  の各波長 ( $\lambda 1 \sim \lambda(N-1)$ ) の出力は、複数の光スプリッタ  $105$  および光ファイバを介してそれぞれのアレイスイッチ ( $106-1 \sim 106-n$ ) に導かれる。

【0023】さて、ふたたび図1を参照すると、アレイスイッチ  $106-1 \sim 106-n$  によって波長が選択された信号は、前述のように遅延回路  $D11$ 、 $D12$ 、 $\dots$ 、 $Dn(N-1)$  を介して、波長ごとに決められた光時分割多重回路 ( $108-1 \sim 108-(N-1)$ ) に送られる。従って各光時分割多重回路にはそれぞれ決められた同一の波長の信号が各アレイスイッチから接続される。各光時分割多重回路 ( $108-1 \sim 108-(N-1)$ ) は、アレイスイッチ  $106-1 \sim 106-n$  から送られてきた信号を時分割多重して高速の信号系列を作

る。前述のように、各アレイスイッチ106-1~106-nから光時分割多重回路(108-1~108-(N-1))に接続される経路の時間遅延は正確に制御されており、異なるアレイスイッチから送られてきた信号が光時分割多重回路に入力するときに時間位置が重ならないように光時分割多重されるように設定されている。ここで全ての異なるアレイスイッチから送られてきた信号が時分割多重されるように光時分割多重回路(108-1~108-(N-1))の出力ビットレートはアレイスイッチから送られてきた信号のビットレートの(N-1)倍とする。各光時分割多重回路(108-1~108-(N-1))の出力信号は図2に示すように光ファイバを通して他のコアルータに接続される。なお、あるコアルータからその他のコアルータへ時分割多重信号を送信するリンクにはそれぞれ異なる波長が割り当てられる。たとえば、図2においてコアルータ203-1からコアルータ203-2へのリンクには $\lambda_1$ が割り当てられ、コアルータ203-1からコアルータ203-3へのリンクには $\lambda_3$ が割り当てられ、さらにコアルータ203-1からコアルータ203-Nへのリンクには $\lambda_7$ が割り当てられる。

【0024】つぎに、本発明にかかるコアルータの送信部CTの別の構成例について説明する。該別の構成例によるコアルータの送信部CTを図7に示す。なお、図7に示す構成は、図1に示す送信部CTと共通する構成要素を有しているので、同一の構成要素には同一の参照番号を附して説明する。

【0025】複数のエッチルータ101-1、…、101-nからの信号は光入力端子(100-1~100-n)を介して識別再生回路(102-1~102-n)に入力される。各識別再生回路にはクロック発生器103からクロック同期信号が供給されており、エッチルータから各識別再生回路に入力された信号は、該クロック同期信号によって同期された信号に識別再生される。この各識別再生回路によって識別再生された信号はそれぞれ、制御回路(107-1~107-n)のうち対応するものに入力される。

【0026】一方、多波長光発生器104'は波長 $\lambda_1$ から波長 $\lambda_{(N-1)}$ までの波長多重光である光出力を一括して出力する。なお、該多波長光発生器104'は、図6(a)(b)に示される装置構成をそれぞれ以下のように変更することによって得られる。すなわち、図6(a)に示される構成においては、複数の温度安定化LD光源の出力端に光合波回路を接続し、該合波回路の出力端に単一の光ファイバを接続すればよい。また、図6(b)に示される構成においては、光分波回路を取り外し、SC光源の出力に直接単一の光ファイバを接続すればよい。

【0027】多波長光発生器104'からの該光出力は光スプリッタ105によって光変調器110-1~11

0-nのそれぞれに分配される。光変調器110-1~110-nは、対応する識別再生器から識別再生された信号を受け取り、該受け取った信号に基づいて光出力を変調し、該変調した光出力をアレイ導波路格子111-1~111-nのうち対応するものに出し出す。

【0028】アレイ導波路格子は、入力導波路に波長多重光が入射すると、これを波長ごとに分波させて取り出す働きを有する光デバイスであり、その詳細については「NTT R&D Vol. 46 No. 7 1997」第686頁に記載されている。該アレイ導波路格子のそれぞれによって変調された光出力(波長 $\lambda_1$ から波長 $\lambda_{(N-1)}$ までの波長多重光)は、それぞれの波長ごとに分波され、(N-1)個の光出力に分割される。

【0029】各アレイ導波路格子の(N-1)個の出力側端子には第1の遅延回路から第(N-1)番目の遅延回路で構成されるN-1個の遅延回路が接続されており、第1の実施例において述べたところと同様の方法によって、それぞれ遅延を与えられた信号が光時分割多重回路に入射したときに時間位置が重ならないように設定される。

【0030】該第1の遅延回路から第(N-1)番目の遅延回路をそれぞれ通過した光出力は、対応する光スイッチに送られ、該光スイッチはそれぞれ対応する制御回路107の制御信号によって駆動される。各制御回路(107-1~107-n)では、受信した信号のインターネットプロトコル(IP)パケットを調べて、コアルータ203-1から203-N(図2参照)のうちのどのコアルータに送るべきかを決定し、該信号を送るべきコアルータに対応する光スイッチを開閉する。

【0031】このとき、光スイッチSW11、SW12、…、SW(N-1)の速度は光変調器110-1~110-nの速度よりも低速でも良い。その理由は光変調器から光スイッチまでに遅延時間があること、エッチルータからの出力信号はパケット形式で、そのパケット長は数100バイト以上あるため光スイッチを1ビットごとに切りかえる必要はないためである。

【0032】光スイッチから送出される光出力は、前記第1の実施例と同様に、波長ごとに決められた光時分割多重回路(108-1~108-(N-1))に送られる。従って各光時分割多重回路にはそれぞれ決められた同一の波長の信号が接続される。各光時分割多重回路(108-1~108-(N-1))は、送られてきた信号を時分割多重して高速の信号系列を作り、それを所定のコアルータに送出する。

【0033】つぎに、本発明の第3の実施例である、コアルータ203-1~203-Nの受信側の構成(コアルータ受信手段CR)を図8に示す。該コアルータ受信手段CRは、(N-1)個の光信号入力ポート501-1~501-(N-1)と、光信号入力ポートにそれぞ



れ接続された光時分割分離回路502-1~502-(N-1)と、該光時分割分離回路のそれぞれに接続された複数の受光回路503と、該複数の受光回路503に接続された複数の制御回路504によって構成される。他のコアルータから送られてきた光信号は、光信号入力ポート501-1~501-(N-1)から入力され、該入力された光信号はそれぞれ光時分割分離回路502-1~502-(N-1)に入力される。各光時分割分離回路では、受信した高速の時分割多重信号から同期クロックを抽出し、このクロックを用いて高速光スイッチを駆動して、多重された信号をもとのエッジルータの速度を有する複数の信号に分離する。分離された信号はそれぞれ、受光回路503で電気信号に変換されて各制御回路504に入力される。各制御回路504においては、受信した信号からインターネットプロトコル(IP)パケットを調べ、そのIPパケットの相手先アドレスを見て次にどこに送るべきかを決定し、このパケットをいずれかのエッジルータに送出する。

【0034】また、受光回路503の出力パルス信号は、PLLなどのクロック抽出回路に入力され、該クロック抽出回路は該出力パルス信号にもとづいて、光時分割分離回路の出力が同期して出力させるように光時分割分離回路のタイミング制御を行う。

【0035】以上述べたような構成を有するコアルータを用いることによって、任意のエッジルータから任意のエッジルータに至るIPパケット信号の転送をコアルータを介することによって高速かつ簡易な構成で実現することができる。

【0036】また、本発明は光ネットワークにおける送受信方法としても成立する。以下に第4の実施例として本発明にかかる送受信方法について説明する。なお、本送受信方法に用いられる装置構成は、前記実施例と同一であるものとする。

【0037】図9は、本発明の送受信方法の送信シーケンスの概略を示す図である。

【0038】まず、送信側コアルータは複数のエッジルータからの信号を受信する(S1)。エッジルータからの信号を受信したコアルータは、該受信した信号からクロック信号を抽出するとともに、該抽出したクロック信号を用いて該受信した信号の波形を再生する。該再生された信号は制御回路に送信される(S2)。

【0039】該再生された信号を受けた制御回路は、アレイスイッチの対応するポートを開き(S3)、多波長光発生器から送られてくる光信号を遅延回路によって遅延させて光時分割多重回路に送信する(S4)。

【0040】光時分割多重回路は複数のアレイスイッチから同一の波長を有するが異なる時間遅延を受けた複数の光信号を受け取り、該複数の光信号を多重化して高速の光多重化信号を生成し、該光多重化信号を対応する別のコアルータに送出する(S5)。

【0041】以上で、本発明にかかる送信シーケンスが終了する。

【0042】つぎに、図10を参照しながら本発明にかかる受信シーケンスを説明する。

【0043】他のコアルータから送られてきた時分割多重信号をコアルータが受信する(S6)。該コアルータにおいて、それぞれ光時分割分離回路502-1~502-(N-1)が受信した高速の時分割多重信号から同期クロックを抽出し、このクロックを用いて高速光スイッチを駆動して多重された信号を、もとのエッジルータの速度を有する複数の信号に分離する(S7)。分離された信号はそれぞれ、受光回路503に送られ、該受光回路は分離された光信号を電気信号に変換し各制御回路504に送信する(S8)。各制御回路504は、受信した信号からインターネットプロトコル(IP)パケットを調べ、そのチャネル情報を読み取る(S8)。このとき、チャネル情報が異なる場合は再選択して送出する(S9、S10)。チャネル情報が一致する場合は制御回路504はそのIPパケットの相手先アドレスを見て次にどこに送るべきかを決定し、このパケットをいずれかのエッジルータに送出する(S11)。以上でコアルータの受信処理が終了する。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、任意のエッジルータから発出されたIPパケット信号を、コアルータ内で転送先ごとにまとめて1つの波長を付与して光時分割多重してコアルータ間を高速時分割多重信号で伝送し、受信側では送られた信号を高速光時分割分離したのち電気信号に変換して所望のエッジルータにIPパケット信号を転送することが可能となる。本発明を用いると以下の利点がある。

【0045】1) 複数のエッジルータから発出された信号を転送先ごとにコアルータでまとめて多重化して転送するため、エッジルータ間をフルメッシュで接続せずに任意のエッジルータ間の信号の転送が可能となり、ネットワークの構成が極めて簡潔となる。

【0046】2) 各コアルータ間は単一波長の時分割多重信号の伝送を行うため、伝送路途中に挿入される光中継増幅器は、波長多重伝送用の増幅器に比べて非常に簡易な構成で実現でき、また中継器が発生する雑音の除去も容易である。

【0047】従って本発明は、光ネットワークの高速化に大きな効果が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる実施例(コアルータの送信部)を示す図である。

【図2】本発明に係るネットワーク全体の構成を示す図である。

【図3】本発明にかかるコアルータ間の接続方法の一例を示す図である。



【図4】送信部における遅延回路の遅延動作を示す図である。

【図5】本発明にかかるコアルータのアレイスイッチの構成を示す図である。

【図6】本発明に係る多波長光発生器の一部である多波長光源の構成例を示す図である。

【図7】本発明にかかる実施例（コアルータの送信部）の別の構成例を示す図である。

【図8】本発明の別の実施例（コアルータの受信部）を示す図である。

【図9】本発明にかかる送受信方法の送信シーケンスの概略を示す図である。

【図10】本発明にかかる送受信方法の受信シーケンスの概略を示す図である。

【図11】従来の光ネットワークの構成を示す図である。

【符号の説明】

101-1～101-n … エッジルータ

102-1～102-n … 識別再生回路

103 … クロック発生器

104 … 多波長光発生器

105 … 光スプリッタ

106-1～106-n … アレイスイッチ

107-1～107-n … 制御回路

108-1～108-(N-1) … 光時分割多重回路

110-1～110-n … 光変調器

111-1～111-n … アレイ導波路格子

201-1～201-N … ネットワーク

203-1～203-N … 光ルータ（コアルータ）

502-1～502-(N-1) … 光時分割分離回路

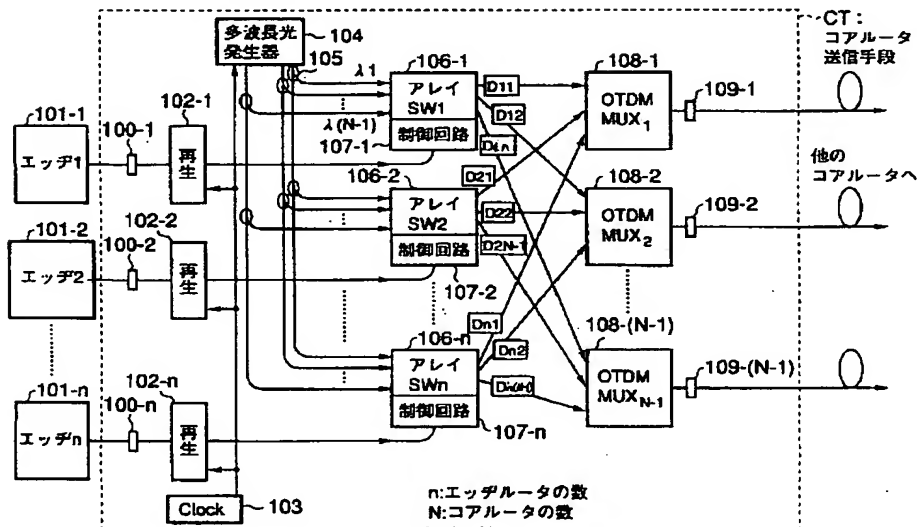
503 … 受光回路

504 … 制御回路

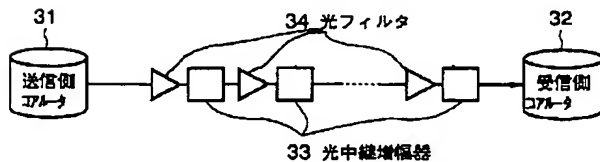
D11、D12、…、Dn(N-1) … 遅延回路

SW11、SW12、…、SW(N-1) … 光スイッチ

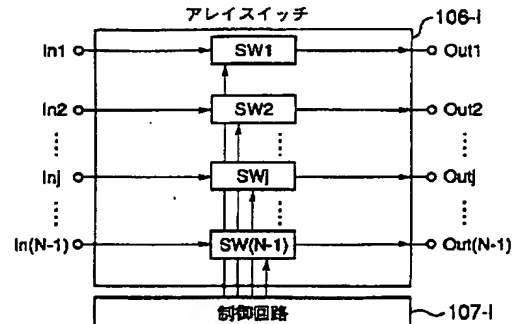
【図1】



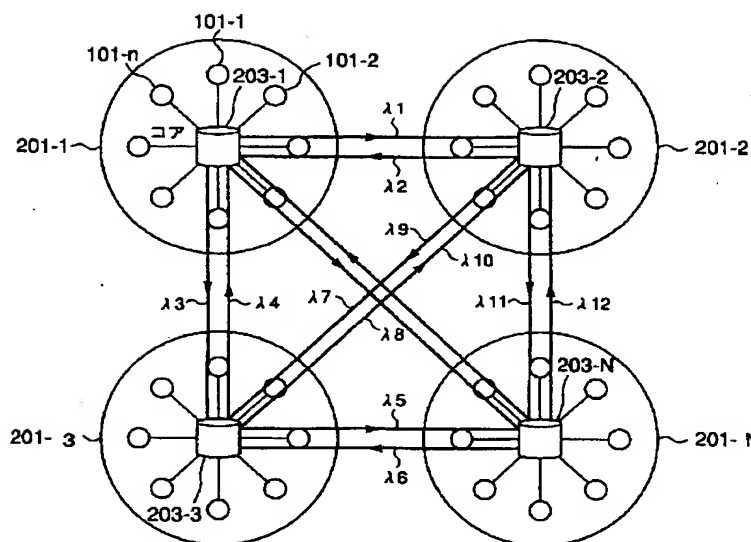
【図3】



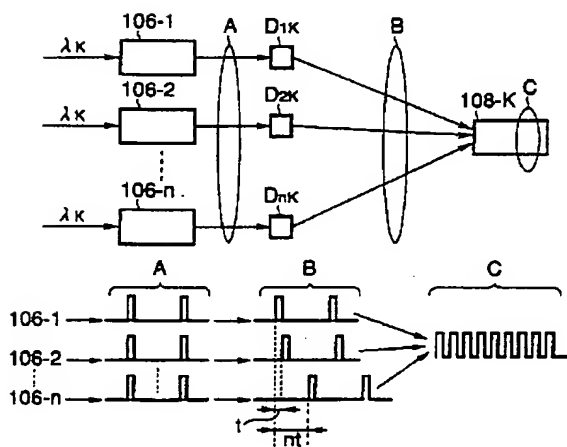
【図5】



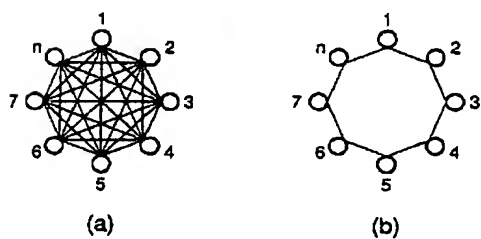
【図2】



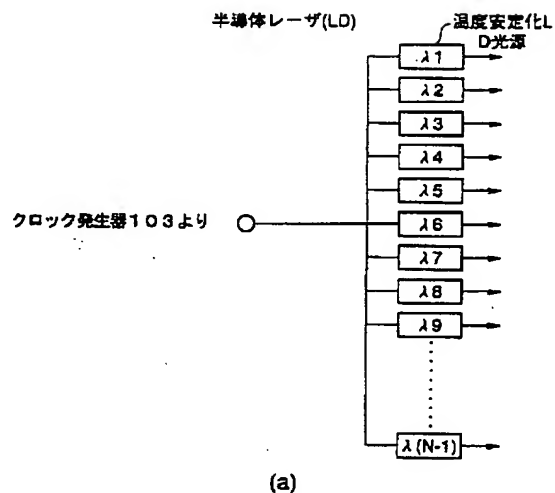
【図4】



【図11】

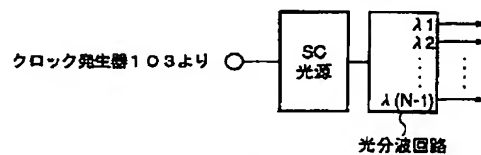


【図6】



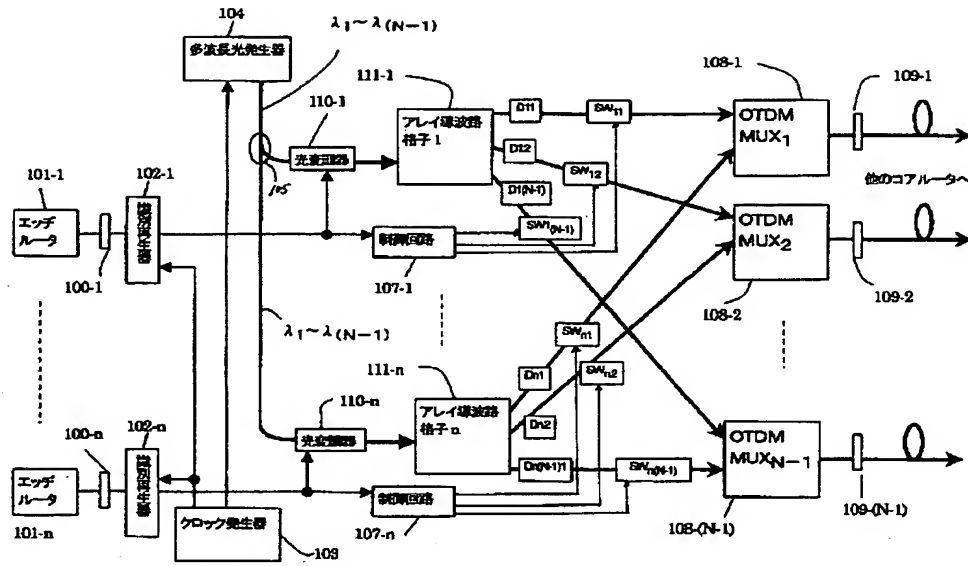
(a)

スーパーコンティニウム(SC)光源

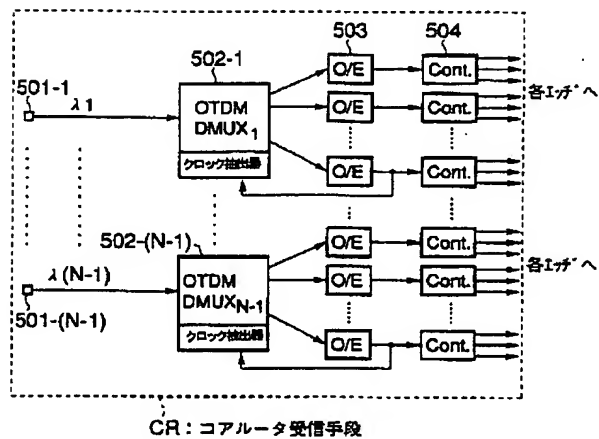


(b)

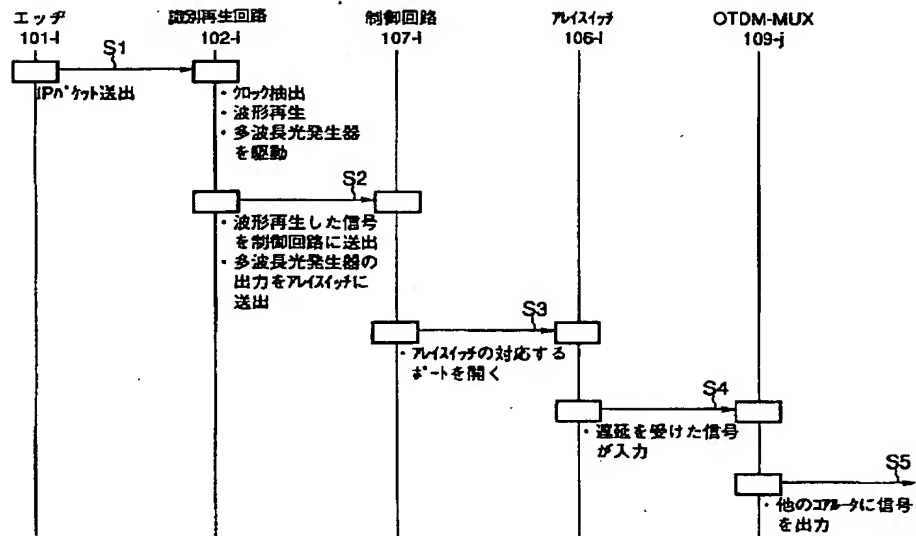
【图7】



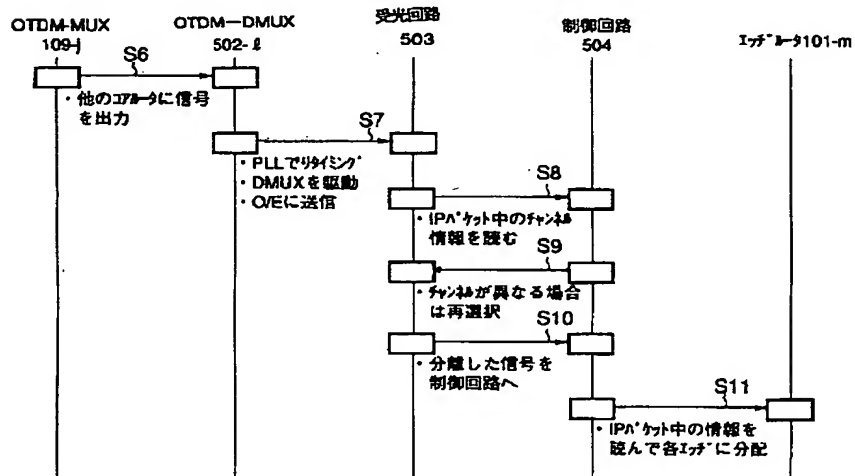
【图8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H 0 4 L 12/28

12/56

識別記号

F I

H 0 4 L 11/20

テマコード (参考)

1 0 2 D

Fターム(参考) 5K002 AA05 AA06 BA06 DA02 DA05  
DA09 DA31 FA01  
5K028 AA17 BB08 DD04 KK01 NN32  
TT02  
5K030 HD03 JA01 JL03 KA21 LA15  
LA17  
5K033 CA17 CB08 CB15 DA05 DB17  
DB19 DB22  
9A001 BB04 CC02 KK16